

07. 2. 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 3 日
Date of Application:

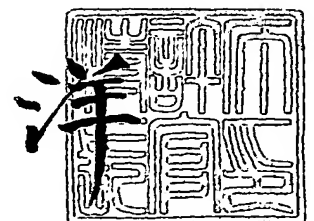
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 2 6 5 5 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 2 6 5 5 5]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 3 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2925050053
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01A
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 稲葉 雄一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100109210
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 新居 広守
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049515
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0213583

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

単位画素が二次元状に複数配列された固体撮像装置であって、
各前記単位画素は、
入射光を光電変換する光電変換手段と、
前記光電変換手段の上方に形成され、光を透過させる凸状の透過層と、
前記透過層の上部および周辺に形成され、入射光を集光して前記透過層へ出射する凹凸
状のレンズ層とを備える
ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記透過層の屈折率は、前記レンズ層の屈折率より大きい
ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

さらに、前記光電変換手段の上方に形成され、所定の波長領域の光のみを透過させる波
長分離手段を備え、
前記透過層の厚さおよび幅は、前記所定の波長領域の光に対して所定の焦点距離になる
ように設定されている
ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記レンズ層は、BPSG膜、TEOS膜、ベンゾシクロブテンおよびポリイミド系樹脂のいず
れかから成る
ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置を備える
ことを特徴とするカメラ。

【書類名】明細書

【発明の名称】固体撮像装置およびカメラ

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルカメラ等に搭載される固体撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

固体撮像装置に関しては様々な技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

図4は、従来の固体撮像装置の一例を示す図である。この固体撮像装置110では、単位画素1が二次元状に配列されており、各行が垂直シフトレジスタ2により選択され、その行信号が水平シフトレジスタ3により選択されて画素毎のカラー信号が出力アンプ4から出力される。周辺の駆動回路5は、垂直シフトレジスタ2、水平シフトレジスタ3および出力アンプ4を動作させる。

【0003】

図5は、従来の固体撮像装置の画素部の断面図である。固体撮像装置100（図では、3画素分のみ示している。）では、N型層6上にP型層7が形成され、P型層7内にフォトダイオード8が形成されている。フォトダイオード8間を分離する分離領域14上に光を遮断する遮光膜9が形成されている。またフォトダイオード8上には、層間絶縁膜12と、各画素に対応する色光のみを透過させるカラーフィルタ10a~10cと、入射光13を集光するマイクロレンズ21とが形成されている。

【0004】

このように、従来の固体撮像装置100では各フォトダイオード8の上方に形成されたマイクロレンズ21で入射光13が集光され、集光された光のうちカラーフィルタ10a~10cを透過する光のみがフォトダイオード8に入射し、フォトダイオード8で電荷に変換される。

【特許文献1】特開平06-61462号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の固体撮像装置の構成では、マイクロレンズ21の高さが製造バラツキなどにより高く形成された場合、マイクロレンズ21の中心付近に垂直に入射する光はマイクロレンズ21を通過してフォトダイオード8に入射することができるが、マイクロレンズ21の中心から離れた最下部付近に入射する光は大きな屈折を受けるため、フォトダイオード8に入らないで素子分離部14に入射してしまう。このため、その光はフォトダイオード8で光電変換できなくなり、結局、固体撮像装置の受光感度の低下につながるという問題がある。さらに、この受光感度の低下は、画素サイズが微細になればなるほど顕著になるという傾向にある。さらに、この問題により歩留りが悪くなるので、最近の固体撮像装置の大きな課題となっている。

【0006】

また、固体撮像装置における周辺付近の画素においては、入射光の入射角が大きくなる。これは、最近の固体撮像装置の薄型化に伴って顕著な傾向となっている。そのため、従来の固体撮像装置の構造では周辺付近の画素の集光効率が低下してしまい、画質の悪化につながるという問題がある。

また、入射光の波長（色）によりマイクロレンズ21の焦点距離が変化するために画質の劣化が生じるので、各画素に対応する色に対して、各マイクロレンズ21の形状を最適なものとするのが望ましいが、従来のマイクロレンズ21の構成や製造方法ではこれを達成することはきわめて困難である。

【0007】

そこで本発明は、製造バラツキの影響が少なく集光効率の高い集光素子を備えた、高感度な固体撮像装置およびカメラを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記目的を達成するために、本発明に係る固体撮像装置は、単位画素が二次元状に複数配列された固体撮像装置であって、各前記単位画素は、入射光を光電変換する光電変換手段と、前記光電変換手段の上方に形成され、光を透過させる凸状の透過層と、前記透過層の上部および周辺に形成され、入射光を集光して前記透過層に出射する凹凸状のレンズ層とを備えることを特徴とする。

【0009】

この構造により、従来技術におけるマイクロレンズの高さなどの製造バラツキが低減され、安定したレンズ形状を精度よく形成することができ、集光効率が高くなり画質の向上につながる。また、固体撮像装置の微細化が進んでも高歩留りが可能となる。

さらに、前記透過層の屈折率は、前記レンズ層の屈折率より大きいことを特徴とする。

これにより、より効果的に入射光を集光することができる。

【0010】

さらに、前記光電変換手段の上方に形成され、所定の波長領域の光のみを透過させる波長分離手段を備え、前記透過層の厚さおよび幅は、前記所定の波長領域の光に対して所定の焦点距離になるように設定されていることを特徴とする。

これにより、透過層の上部に形成されるレンズ層の表面の曲率が画素毎に設定できるので、各画素に対応する色の波長の光に最適な焦点距離が設定でき、従来技術では色の違いによって集光率が低下することによって生じていた画質の劣化特性を改善することができる。

【0011】

さらに、前記レンズ層は、BPSG(Boro-Phospho Silicated Glass)膜、TEOS(Tetraethoxy silan, Tetraethylorthosilicate)膜、ベンゾシクロブテンおよびポリイミド系樹脂のいずれかから成ることを特徴とする。

これらの粘着性の高い材料を用いて層を形成することにより、製造工程において自然と凹凸状のレンズ形状が形成でき、さらに、レンズの高さなどの製造バラツキが低減でき、高歩留りが可能となる。

【0012】

また、本発明に係るカメラは、前記固体撮像装置を備えることを特徴とする。

これにより、感度の高いカメラを実現することができる。

【発明の効果】**【0013】**

本発明に係る固体撮像装置によれば、製造工程において自然と凹凸状のレンズ形状が形成でき、レンズの高さなどの製造バラツキが低減できるので、安定したレンズ形状を形成することができ、集光効率の高い高感度な固体撮像装置を実現することができる。また、固体撮像装置の微細化が進んでも高歩留りが可能となる。また、各画素に対応する色に対して各レンズの形状を変化させて焦点距離を最適にできるので、さらに集光効率を向上することができる。さらに、固体撮像装置の周辺付近に位置し、斜め光が入射する画素においても、レンズの形成位置を精度よく設定できるので集光効率の向上が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0014】**

以下、図面を参照しながら本発明に係る固体撮像装置について説明を行う。

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る固体撮像装置における画素部の断面図である。図1に示す固体撮像装置101(3画素分のみ示している。)では、N型層6上にP型層7が形成され、P型層7内にフォトダイオード8が形成されている。フォトダイオード8間を分離する分離領域14の上方に光を遮断する遮光膜9が形成されている。またフォトダイオード8上には、層間絶縁膜12と、各画素に対応する色光のみを透過させるカラーフィルタ10a~10cと、入射光13を集光するための本発明に係る垂直形状の透過層1

5と、透過層15の上部および周辺に形成された凹凸形状を有するレンズ層11とが形成されている。なお、透過層15の形状は直方体であっても円柱等でもよい。また、透過層15の屈折率は、レンズ層11の屈折率よりも大きくなるように材料選定されている。

【0015】

この構成によって、入射光13は凹凸形状を有するレンズ層11の表面で屈折し、さらに、垂直形状の透過層15の表面でも屈折して、効率的に集光される。すなわち、後述するように、製造工程において従来技術におけるマイクロレンズの高さなどの製造バラツキが低減され、安定したレンズ形状を精度よく形成することができ、集光効率が高くなり画質の向上につながる。また、固体撮像装置の微細化が進んでも高歩留りが可能となる。

【0016】

(実施の形態2)

図2は、本発明の実施の形態2に係る固体撮像装置における画素部の断面図である。固体撮像装置102では、本発明に係る垂直形状の透過層の幅および高さがRGBの各色に対応する単位画素によってそれぞれ最適に変更されており、それに応じてレンズ層11の凹凸形状が変化して、各色の光に対する焦点距離がそれぞれ最適に設定されているところが、実施の形態1と異なる。特に、短波長側においては、透過層15の屈折率が大きくなり、逆に長波長側においては、透過層15の屈折率が小さくなるために、透過層の大きさを調整する必要がある。

【0017】

透過層15a、15bおよび15cでは、透過層15aが最も幅が小さく高さが高くなっており、透過層15aは赤色(R)用に用いる透過層となる。一方、透過層15cでは最も幅が大きく高さが低くなっており、青色(B)用に相当し、透過層15bは、その中間の値を有し、緑色(G)用に用いるものである。この画素毎のレンズ構造の変更により、RGBのそれぞれの光の焦点距離が各画素で最適に設定されるので、各画素の集光効率が実施の形態1よりもさらに向上し、色収差の影響が極めて低減された固体撮像装置を実現することができる。

【0018】

(実施の形態3)

図3(a)～(e)は、本発明の実施の形態3に係る固体撮像装置の集光素子の製造方法を説明するための図である。

【0019】

まず、図3(a)に示すように、土台201(実施の形態1および2では、カラーフィルタ10a～10c)の上部に、通常の膜形成技術を用いて、SiO₂からなる透過層材料202を形成する。次に、図3(b)に示すように、透過層材料202の上部にレジスト203を形成し、図3(c)に示すように、フォトリソ技術を用いて、所定の場所以外のレジスト203を除去する。さらに引き続き、図3(d)に示すように、ドライエッチング技術を用いて、所定領域外の透過層材料202を除去する。次に、図3(e)に示すように、SiO₂と比較して粘性の高い材料(BPSG膜、TEOS膜、ベンゾシクロブテンおよびポリイミド系樹脂等)を用いて、CVD法やスピンコート法などによってウエハ全体にレンズ層204の形成を実施する。CVD法によってBPSG膜、あるいはTEOS膜を形成した後、60度、30分程度の熱処理(アニール)を行う。また、ベンゾシクロブテンおよびポリイミド系樹脂等の場合、スピンコート法によって形成した後、完全に水分を除去させるために、300度～350度、1時間程度のバーク(キュア)を実施する。このように粘性の高い材料を用いた場合、ウエハ表面上の垂直形状の透過層202全体を被覆するように膜形成が行われるとともに、膜形成を行った後、熱処理を実施することによって、パターン形成が行われるとともに、膜形成を行った後、熱処理を実施することによって、パターンの角ばった形状において丸みを持たせることが可能となる。結果的に、SiO₂からなる垂直形状の透過層202を中心にして、レンズ層204によって凹凸状の形状が実現可能となる。

【0020】

なお、レンズ層204の曲率などは、垂直形状の透過層202の幅および高さ、および

レンズ層 204 の材料や膜厚、製造時の温度等の条件によって決定される。

以上説明を行った製造手法を用いることによって、制御性よく凹凸のレンズ形状が形成されるので、従来技術で問題となっているレンズの形成高さや位置などの製造バラツキが低減でき、高歩留りが可能となる。さらに、半導体プロセスを用いることができるため、レンズの形成場所の位置合わせも精度よく行なうことができるので、特に斜め光が入射する固体撮像装置の周辺部の画素において、フォトダイオードの中心上よりも固体撮像装置の中央よりにレンズを形成することで集光効率の向上がさらに図られ、色収差の影響も低減できる。

【0021】

また、本発明に係る固体撮像装置を備えたカメラは、高い感度特性を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【0022】

本発明に係る固体撮像装置は、デジタルスチルカメラや携帯電話用のカメラなどに利用されるイメージセンサとして有用である。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る固体撮像装置の画素部断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態2に係る固体撮像装置の画素部断面図である。

【図3】 (a) ~ (e) は、本発明の実施の形態3に係る固体撮像装置の集光部の製造方法を説明するための図である。

【図4】 従来の固体撮像装置の一例を示す図である。

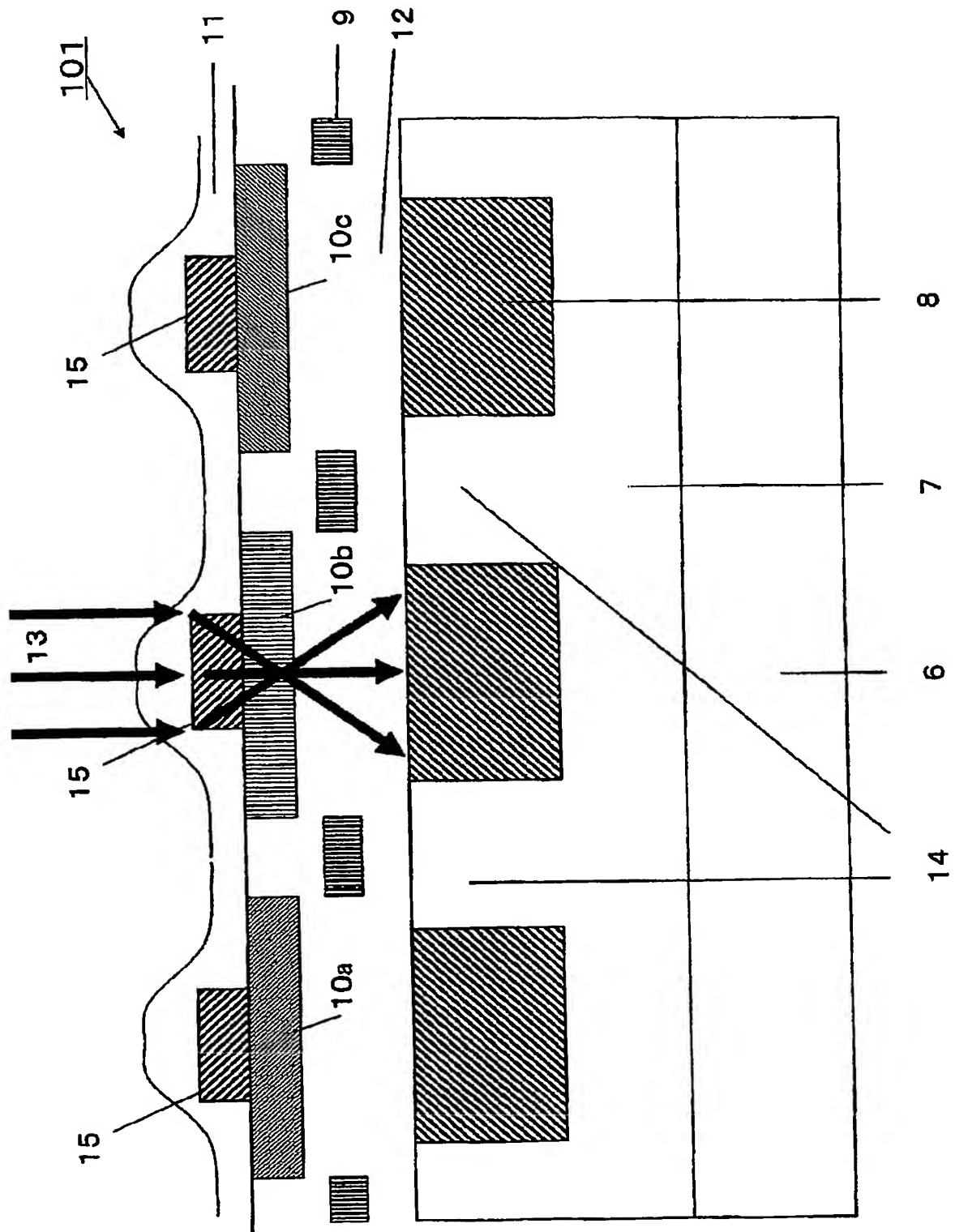
【図5】 従来の固体撮像装置の画素部の断面図である。

【符号の説明】

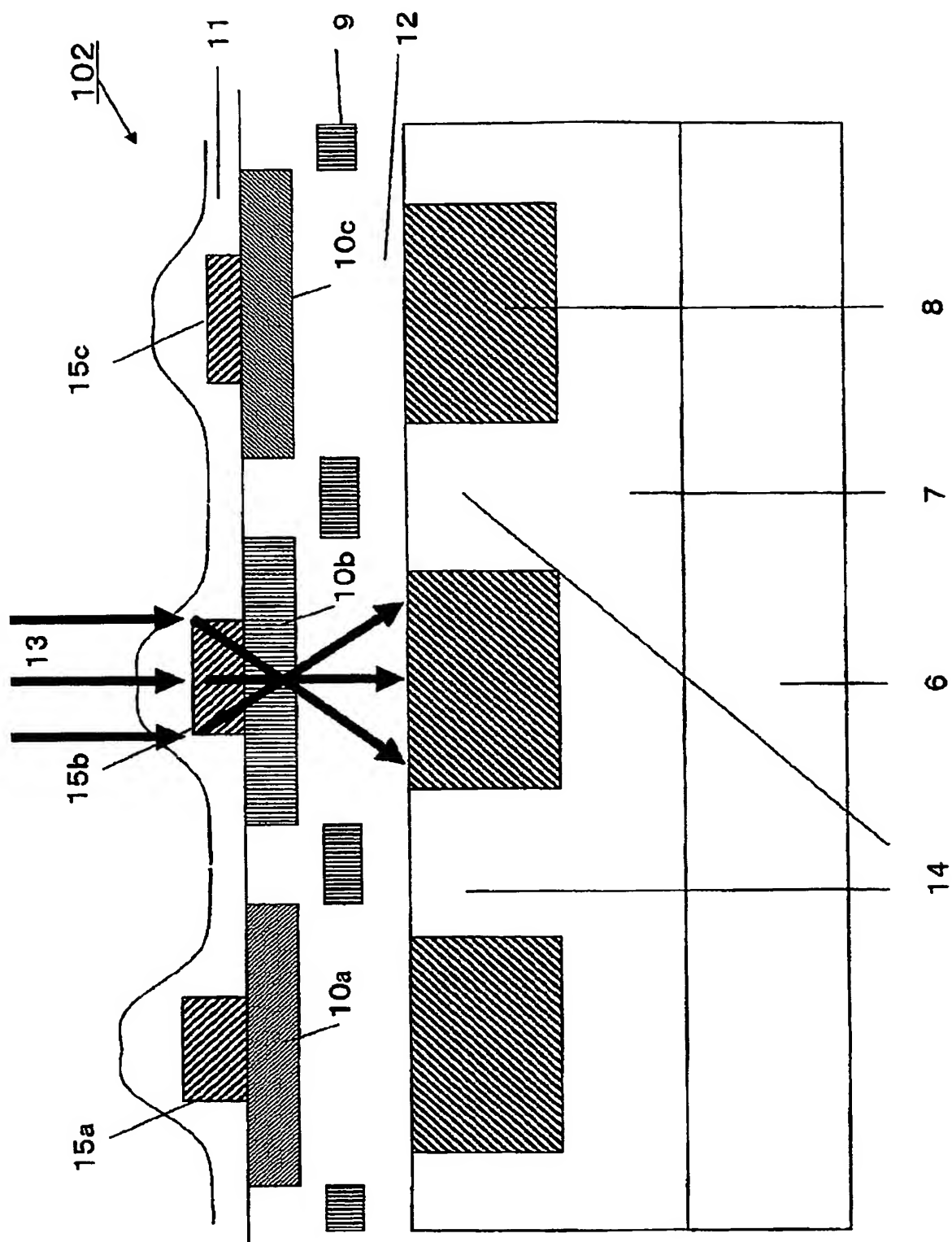
【0024】

- 1 単位画素
- 2 垂直シフトレジスタ
- 3 水平シフトレジスタ
- 4 出力アンプ
- 5 周辺領域の駆動回路
- 6 N型層
- 7 P型層
- 8 フォトダイオード
- 9 遮光膜
- 10、10a~10c カラーフィルタ
- 11 レンズ層
- 12 層間絶縁膜
- 13 入射光
- 14 素子分離
- 15、15a~15c 透過層
- 21 マイクロレンズ
- 100~102 固体撮像装置 (3単位画素分)
- 110 固体撮像装置
- 201 土台
- 202 透過層材料
- 203 レジスト
- 204 レンズ層材料

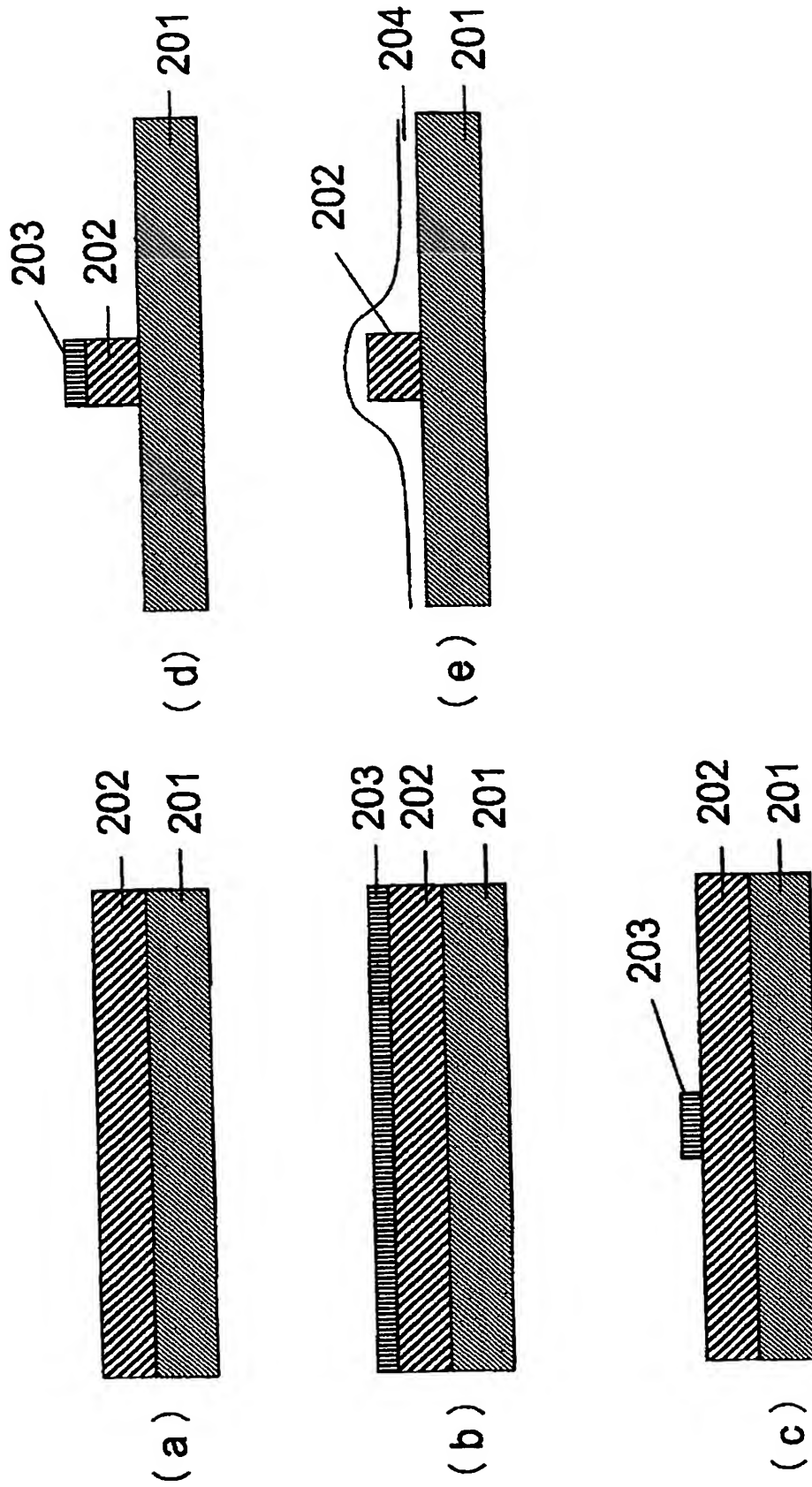
【書類名】 図面
【図 1】



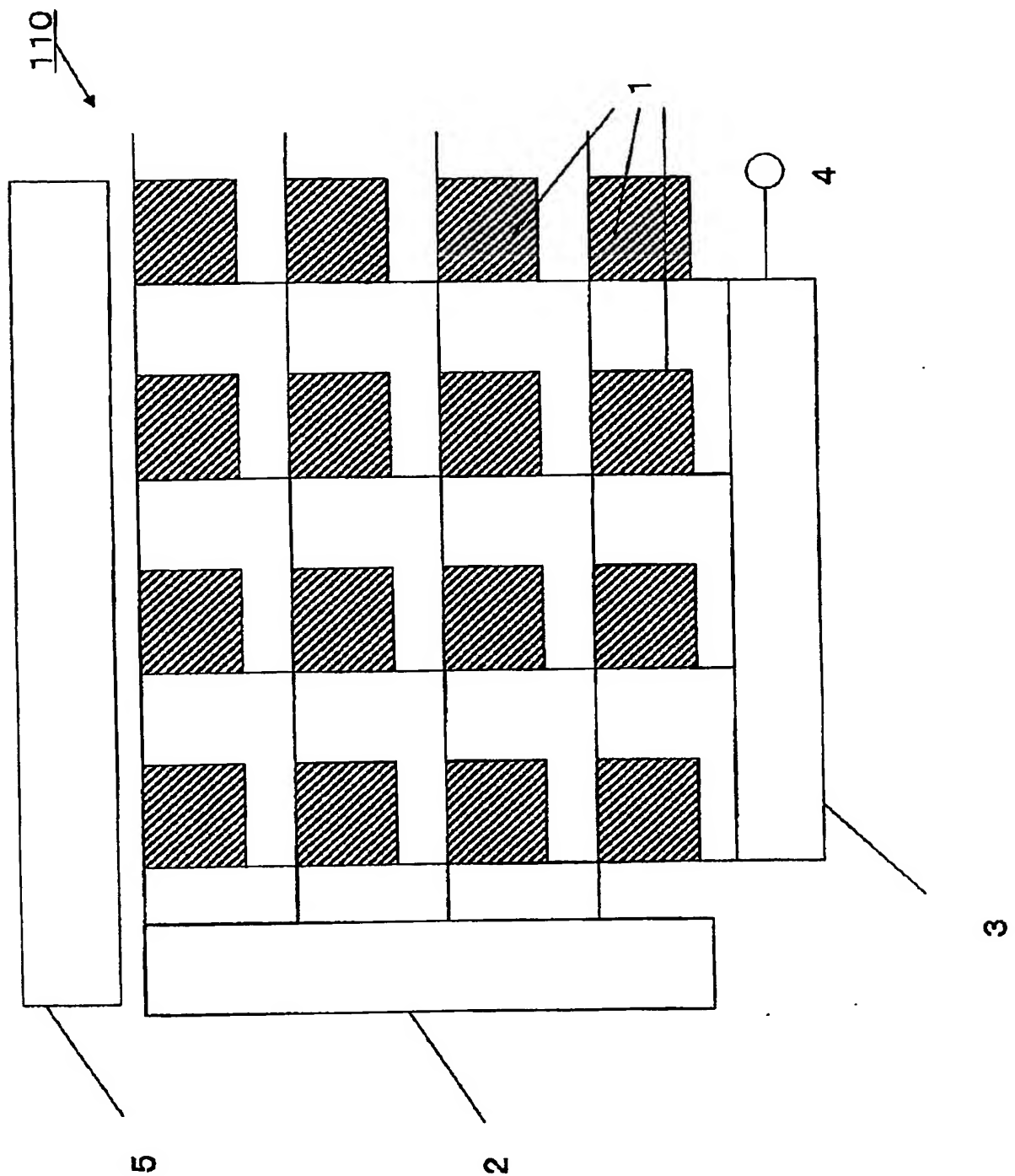
【図 2】



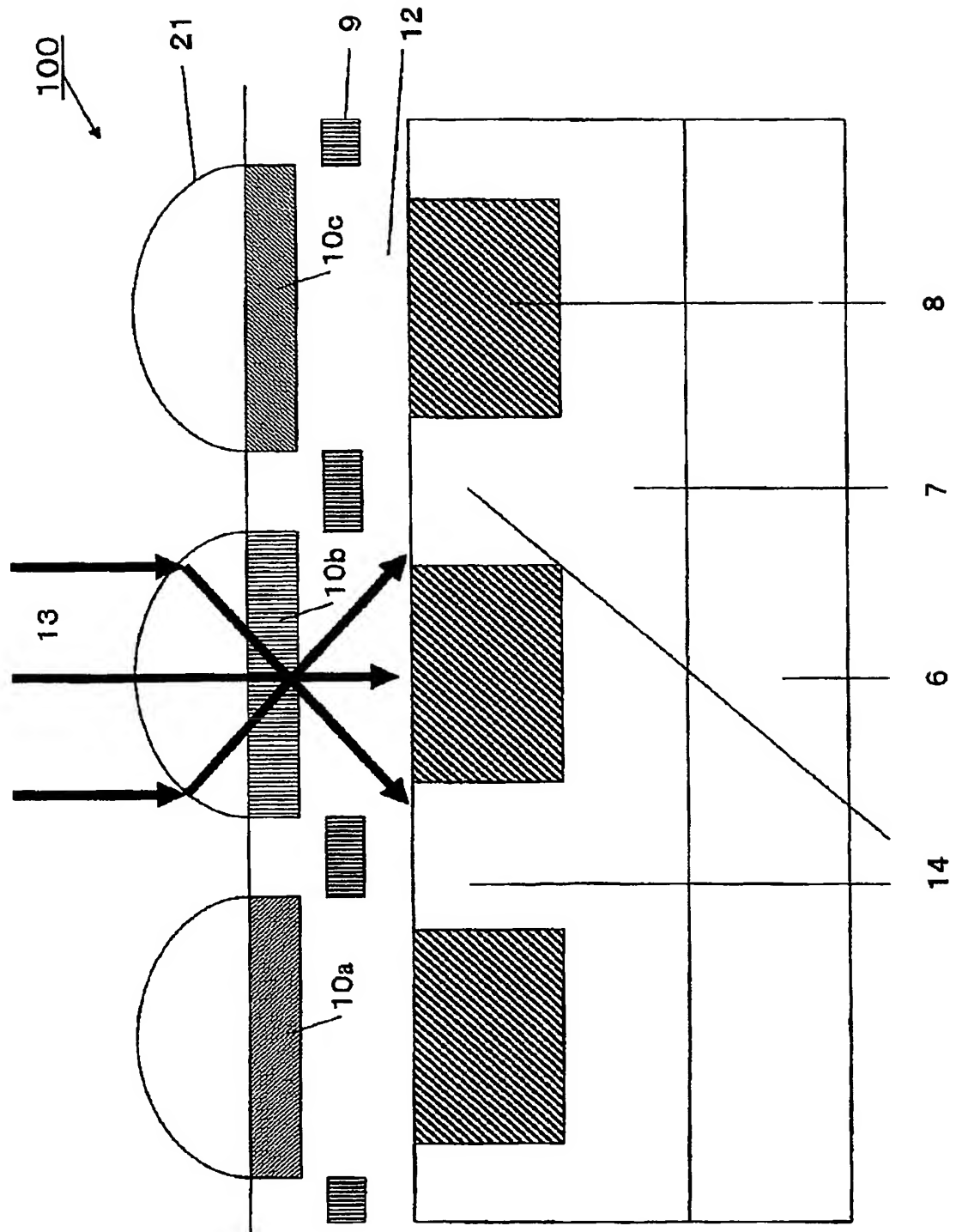
【図 3】



【図 4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造バラツキの影響が少なく集光率の高い集光素子を備えた、高感度な固体撮像装置およびカメラを提供する。

【解決手段】 入射光 13 を光電変換するフォトダイオード 8 と、フォトダイオード 8 の上方に形成され、光を透過させる凸状の透過層 15 と、透過層 15 の上部および周辺に形成され、入射光 13 を集光して透過層 15 に出射する凹凸状のレンズ層 11 とを備える。透過層 15 の屈折率は、レンズ層 11 の屈折率より大きい。透過層 15 の厚さおよび幅は、所定の波長の光に対して所定の焦点距離になるように設定されている。レンズ層 11 は、BPSG 膜、TEOS 膜、ベンゾシクロブテンおよびポリイミド系樹脂のいずれかから成る。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 2 6 5 5 5
受付番号	5 0 4 0 0 1 7 3 9 1 5
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 6 年 2 月 4 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成16年 2月 3日

特願 2 0 0 4 - 0 2 6 5 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001607

International filing date: 03 February 2005 (03.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-026555
Filing date: 03 February 2004 (03.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse